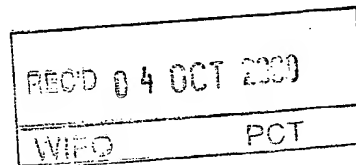


PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



#2 Priority PC
D/AUG+T
12-6-01

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

199 63 791.1

EJKW

Anmeldetag:

30. Dezember 1999

DE 00/02405

Anmelder/Inhaber:

OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co OHG,
Regensburg/DE

Bezeichnung:

Leuchtstoffanordnung, wellenlängenkonvertierende
Vergußmasse und Lichtquelle

IPC:

H 01 L, C 09 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. August 2000
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

Heiler

Seller

Beschreibung

Leuchtstoffanordnung, wellenlängenkonvertierende Vergußmasse
und Lichtquelle

5

Die Erfindung betrifft eine Leuchtstoffanordnung, eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Dabei geht es insbesondere um eine gelb oder gelbgrün emittierende Granat-Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch kurze Wellenlängen im sichtbaren oder im nahen UV-Spektralbereich. Als Lichtquelle ist insbesondere eine Lampe, zum Beispiel eine Leuchtstofflampe, oder eine lichtemittierende Diode (LED) in Verbindung mit der Leuchtstoffanordnung vorgesehen.

10

15

Aus der WO 98/05078 ist ein Leuchtstoff für Lichtquellen und eine zugehörige Lichtquelle bekannt. Als Leuchtstoff ist dort ein Granat mit der Struktur $A_3B_5O_{12}$ eingesetzt, bei dem die erste Komponente aus mindestens einer von verschiedenen Seltenerdmetallen besteht, die Komponente B aus einem der Elemente Al, Ga oder In. Dotierstoff ist Cer (Ce).

20

Aus der WO 97/50132 ist ein ähnlicher Leuchtstoff bekannt, bei dem als Dotierstoff entweder Ce oder Terbium (Tb) eingesetzt wird. Ce emittiert im gelben Spektralbereich, während Tb im grünen Spektralbereich emittiert. In beiden Fällen werden die Leuchtstoffe in Verbindung mit einer blau emittierenden Lichtquelle zu Erzielung einer weißen Mischfarbe verwendet.

25

30

Aus der WO 98/12757 ist eine wellenlängenkonvertierende Vergußmasse auf der Basis eines aus den vorgenannten Veröffentlichungen bekannten Leuchtstoffes und eines transparenten Epoxidharzes bekannt. Der Offenbarungsgehalt dieser Schrift wird hiermit durch Rückbezug aufgenommen.

35

Bei der Erzeugung weißen Mischlichts, beispielsweise nach der WO 97/50132, deren Offenbarungsgehalt ebenfalls durch Rückbezug Inhalt dieser Beschreibung ist, ist es bekannt, die Farbtemperatur oder den Farbort des weißen Lichts durch geeignete

5 Wahl, dh. Zusammensetzung des Leuchtstoffes, dessen Partikelgröße und dessen Konzentration zu variieren. Eine Optimierung des Farbtons (Farbort X und Y in der CIE-Farbtabelle) des erzeugten weißen Lichts kann bei Zugrundelegung dieser Parameter jedoch nur sehr aufwendig optimiert werden. Dies gilt
10 insbesondere auf den sogenannten Unbuntpunkt oder „equal energy point“, der bei den Koordinaten CIE_x = 0,33 und CIE_y = 0,33 liegt. Weiterhin ist es aufwendig, den Leuchtstoff im Hinblick auf eine bessere Farbwiedergabe durch einen höheren Rotanteil im Spektrum zu optimieren. Schließlich ist es
15 schwierig, den Leuchtstoff hinsichtlich des Absorptionsmaximums des Leuchtstoffs bezogen auf den Spitzenwert der Emission des Lichtemitters hin zu optimieren.

Es ist demgemäß Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine
20 Leuchtstoffanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, der sich schnell und einfach unter Zugrundelegung von Optimierungsparametern herstellen läßt und für eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse sowie eine zugehörige Lichtquelle geeignet ist.

35 Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 sowie durch die Merkmale der Patentansprüche 4 und 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

30

Erfindungsgemäß werden für die Leuchtstoffanordnung mehrere Leuchtstoffe für Lichtquellen verwendet, deren Emission im kurzwelligen optischen oder im nahen UV-Spektralbereich liegt. Diese Leuchtstoffe besitzen vorzugsweise eine mit Cer
35 dotierte Granatstruktur $A_3B_5O_{12}$, wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B minde-

stens eines der Elemente Aluminium, Gallium oder Indium repräsentiert.

~~Die Herstellung und Wirkungsweise der beschriebenen Leucht-~~

5 stoffe ist in den eingangs genannten Veröffentlichungen beschrieben. Hierbei ist insbesondere bemerkenswert, daß Terbi-
um (Tb) bei einer Anregung im blauen Spektralbereich zwischen
etwa 400 und 500 nm als Bestandteil des Wirtsgitters, das
heißt der ersten Komponente A des Granats, für einen gelb
10 emittierenden Leuchtstoff geeignet ist, dessen Dotierstoff
Cer ist. Terbium war zuvor neben Cer als Aktivator für die
Emission im grünen Spektralbereich vorgeschlagen worden. Es
ist möglich, Terbium als Hauptbestandteil der ersten Kompo-
nente A des Granats allein oder zusammen mit mindestens einem
15 der weiteren oben vorgeschlagenen Seltenerdmetalle zu verwen-
den.

Diese Leuchtstoffe absorbieren etwa im Bereich von unter
400nm bis 500nm und können deshalb für die Strahlung einer
20 blauen Lichtquelle, beispielsweise einer Lampe oder Halbleit-
ter-LED, angeregt werden. LED-Halbleiterchips auf GaN-Basis
oder auf InGaN-Basis sind vorzugsweise geeignet und emittie-
ren bei einem Emissionsmaximum im Bereich von 430 bis 450nm
blaues Licht. Die zuvor beschriebenen Leuchtstoffe werden
durch das blaue Licht angeregt und emittieren ihrerseits
Licht, das wellenlängenverschoben im Bereich oberhalb 500nm
liegt. Im Fall des Cer aktivierten Tb-Granat-Leuchtstoffs
liegt das Maximum der Emission bei etwa 550nm.

30 Es ist bekannt, blau emittierende LEDs auf Gallium-Nitrid-
Basis mit Emissionsmaxima bei 430 bis 450nm zur Anregung ei-
nes Leuchtstoffs von Typ YAG:Ce zu verwenden, der in der Li-
teratur ausführlich beschrieben ist. Ein derartiger Leucht-
stoff wird beispielsweise von der Firma Osram als L175 ver-
35 trieben. Andere Leuchtstoffe sind bekannt, bei denen das Ele-
mente Yttrium (Y) teilweise oder vollständig durch eines der
oben angegebenen Seltenerdmetalle ersetzt worden ist. Bei-

spielsweise kann ein Leuchtstoff hergestellt werden, bei dem die Yttrium-Atome größtenteils durch Terbium ersetzt sind.

Der Leuchtstoff kann beispielsweise die Zusammensetzung

~~$[\text{Y}_{0,29}\text{Tb}_{0,67}\text{Ce}_{0,04}]_3\text{Al}_5\text{O}_5$ nachfolgend als L175/Tb mit 67%~~

5 Tb bezeichnet - haben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Farbton und Farbort der Leuchtstoffanordnung durch Mischen von pigmentierten Leuchtstoffpulvern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und damit auch unterschiedlichen Absorptionsmaxima für das blaue Licht vorzusehen. Dies kann beispielsweise durch Mischung des Leuchtstoffs L175 (reines YAG:Ce) mit einem Leuchtstoff der beschriebenen Art, bei dem Yttrium teilweise durch Terbium ersetzt wird (L175/Tb, Tb > 0%) erfolgen. Das Mischungsverhältnis kann 1:1 sein. Es kann jedoch auch ein anderer Leuchtstoff neben YAG:Ce oder anderer aus diesem Leuchtstoff abgewandelter Leuchtstoff verwendet werden, wobei zusätzlich das Mischungsverhältnis variiert werden kann.

20 Ein Vorteil der Erfindung liegt darin, daß die Leuchtstoffpulver sich problemlos mischen lassen und zur gezielten Einstellung des Zielfarbortes auf der CIE-Farbtabelle dienen können. Auf der Farbtabelle läßt sich somit ausgehend von einer Granatstruktur wie reinem YAG:Ce und dem Farbort der Gallium-Nitrid-basierten LED ein Bündel von Geraden darstellen, von denen eine durch die ausgewählte Koordinate des Zielfarbortes geht. Durch die Kombination von LED-Chip und Leuchtstoffanordnung läßt sich die resultierende Farbortgerade der einzelnen Farborte in ihrer Neigung leicht variieren. So ist es

30 ohne weiteres möglich, eine Lichtquellenanordnung mit einer LED und einem wellenlängenkonvertierenden Leuchtstoff zu erzeugen, dessen resultierende Farbortgerade exakt durch den Unbuntpunkt bei den Koordinaten $X=0,33$ und $Y=0,33$ auf der Farborttabelle geht. Dieser Unbuntpunkt definiert reines Weiß.

35 Darüber hinaus ist es möglich, eine Verschiebung des resultierenden Farbspektrums zu erreichen, beispielsweise hin zu einem höheren Rotanteil im Spektrum, was allgemein zu einer

besseren Farbwiedergabe führt, beispielsweise durch höhere L175/Tb-Anteile.

~~Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, eine Leuchtstoff-~~

5 fanordnung gemäß der Erfindung in einem transparenten Epoxid-Gießharz zu dispergieren. Dazu wird die erfindungsgemäße Leuchtstoffanordnung als gemischtes Pigmentpulver mit dem Gießharz und weiteren Elementen gemäß der WO98/12757 hergestellt. Weiterhin ist gemäß der Erfindung eine zur Leucht-
10 stoffanordnung gehörige Lichtquellenanordnung vorgesehen, bei der eine Strahlungsquelle Strahlung im kurzwelligen oder UV-Bereich des optischen Spektrums emittiert und diese Strahlung teilweise oder vollständig mittels der erfindungsgemäßen Leuchtstoffanordnung in längerwellige Strahlung konvertiert
15 wird, wobei bei teilweiser Konversion die konvertierte Strahlung mit der emittierten Strahlung der Strahlungsquelle zur Erzeugung weissen Mischlichts gemischt wird.

Eine derartige Lichtquellenanordnung mit allerdings nur einem
20 Leuchtstoff ist ebenfalls aus der WO98/12757 bekannt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Figur der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt:

25 Figur 1 ein Farbortdiagramm mit Farbortgeraden unterschiedlicher Leuchtstoffe und der erfindungsgemäßen Leuchtstoffanordnung.

Gemäß der Figur ist ein Farbortdiagramm dargestellt, das auf
30 der Abszisse die Farbortkoordinate X und auf der Ordinate die Farbortkoordinate Y der CIE-Farbtabelle enthält. Vorausgesetzt ist eine Lichtquellenanordnung zur Erzeugung weissen Mischlichts, wie sie beispielsweise in der WO97/50132 beschrieben ist.

35

Verwendet wird ein LED-Chip, der im blauen Spektralbereich emittiert und dessen Farbortpunkt C dementsprechend im Far-

bortdiagramm etwa bei $X=0,14$ und $Y=0,02$ liegt. Bei Mischung des blauen Lichts der LED mit dem Farbort C und einem beispielsweise in einem transparenten Gießharz eingebetteten Leuchtstoff ergeben sich unterschiedliche Farbortgeraden.

- 5 Beispielsweise ergibt sich bei Verwendung von reinem YAG:Ce eine Farbortgerade 1. Bei Verwendung eines Leuchtstoffs, bei dem Y teilweise oder überwiegend durch Terbium ersetzt wird, das heißt Tb von $>0\%$ bis über 67% (gemäß der weiter oben angegebenen Formel), ergibt sich eine Farbortgerade 2. Gerade 1
10 läuft oberhalb und Gerade 2 läuft unterhalb des Unbuntpunktes U, der bei den Farbortkoordinaten $X=0,33$ und $Y=0,33$ liegt. Bei einer Mischung der beiden Leuchtstoffe mit den Farbgeraden 1 und 2 im Verhältnis 1:1 und einer Einbettung in transparentes Gießharz ergibt sich eine Farbortgerade 3 die, wie
15 das Diagramm zeigt, exakt durch den Unbuntpunkt oder Weißpunkt der Farborttafel geht.

- In ähnlicher Weise ist es möglich, durch eine Mischung unterschiedlicher Leuchtstoffe vorzugsweise mit einer Granatstruktur, Farbortkurven durch gewünschte Koordinaten der CIE-
20 Farbtafel zu erhalten.

- Es versteht sich von selbst, daß das gemischte Leuchtstoffpulver in ein entsprechend optimiertes Gießharz eingebettet
25 wird, wobei insbesondere die Korngrößen des Leuchtstoffpulvers optimiert werden können. Verfahren zur Herstellung derartiger wellenkonvertierender Vergußmassen sind in der WO98/12757 beschrieben.

-
- 30 Es versteht sich, daß die Erläuterung der Erfindung anhand der oben beschriebenen Merkmale natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung auf diese Merkmale selbst anzusehen ist. Als Lichtquelle kommen dabei neben Halbleiterkörpern aus Leuchtdioden-Chips oder Laserdioden-Chips auch Polymer-LED in
35 Betracht sowie Leuchtstoffpulver, die neben reinem YAG:Ce auch Anteile von Lu, Se, La, Gd sowie Sm anstelle von Y besitzen. Weiterhin sind Granate einbezogen, bei denen der Ter-

bium-Anteil kleiner ist als bei der oben beschriebenen
Leuchtstoffformel, z.B. Tb>0%.

Patentansprüche

1. Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit

- 5 Ce aktivierten Granatstruktur $A_3B_5O_{12}$, wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, GD, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 10 daß mehrere der Leuchtstoffe gemischt werden.

2. Leuchtstoffanordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 15 daß die Leuchtstoffanordnung durch eine Strahlung im Bereich von 400 bis 500nm, insbesondere von 430 bis 450nm, anregbar ist.

3. Leuchtstoffanordnung nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- 20 daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat der Struktur $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ und einen Granat der Struktur $(Tb_{1-x-y} SE_x Ce_y)_3(Al, Ga)_5O_{12}$ verwendet, wobei $SE = Y, Gd, La$ und oder Lu ;
- $0 \leq x \leq 0,5-y$;
- 5 $0 < y < 0,1$ gilt.

4. Wellenlängenkonvertierende Vergußmasse mit einer Leuchtstoffanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche auf der Basis eines transparenten Epoxidgießharzes,
- 30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- daß die Leuchtstoffanordnung als anorganisches Leuchtstoffpigmentpulver im transparenten Epoxidgießharz dispergiert ist.

- 35 5. Vergußmasse nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Leuchtstoffpigmente Korngrößen $\leq 20\mu\text{m}$ und einen mittleren Korndurchmesser $d_{50} \leq 5\mu\text{m}$ aufweisen.

~~6. Vergußmasse nach Anspruch 4 oder 5,~~

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß neben Epoxidgießharz und Leuchtstoffpigmenten weiterhin Thixotropiermittel, ein mineralischer Diffusor, ein Hydrophobiermittel und/oder ein Haftvermittler enthalten sind.

10 7. Lichtquellenanordnung mit einer Strahlungsquelle, die Strahlung im kurzwelligen optischen Spektralbereich emittiert, wobei diese Strahlung teilweise oder vollständig mit einer Leuchtstoffanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 in längerwellige Strahlung konvertiert wird, wobei bei teil-
15 weiser Konversion die konvertierte Strahlung mit der emittierten Strahlung der Strahlungsquelle, insbesondere zu weißem Licht gemischt wird.

20 8. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die emittierte Strahlung der Strahlungsquelle im Wellenlängenbereich 400 bis 500nm, insbesondere 430 bis 450nm liegt.

25 9. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß als Strahlungsquelle eine blau emittierende Leuchtdiode, insbesondere auf Gallium-Nitrid-Basis verwendet wird.

Zusammenfassung

Leuchtstoffanordnung, wellenlängenkonvertierende Vergußmasse
und Lichtquelle

5

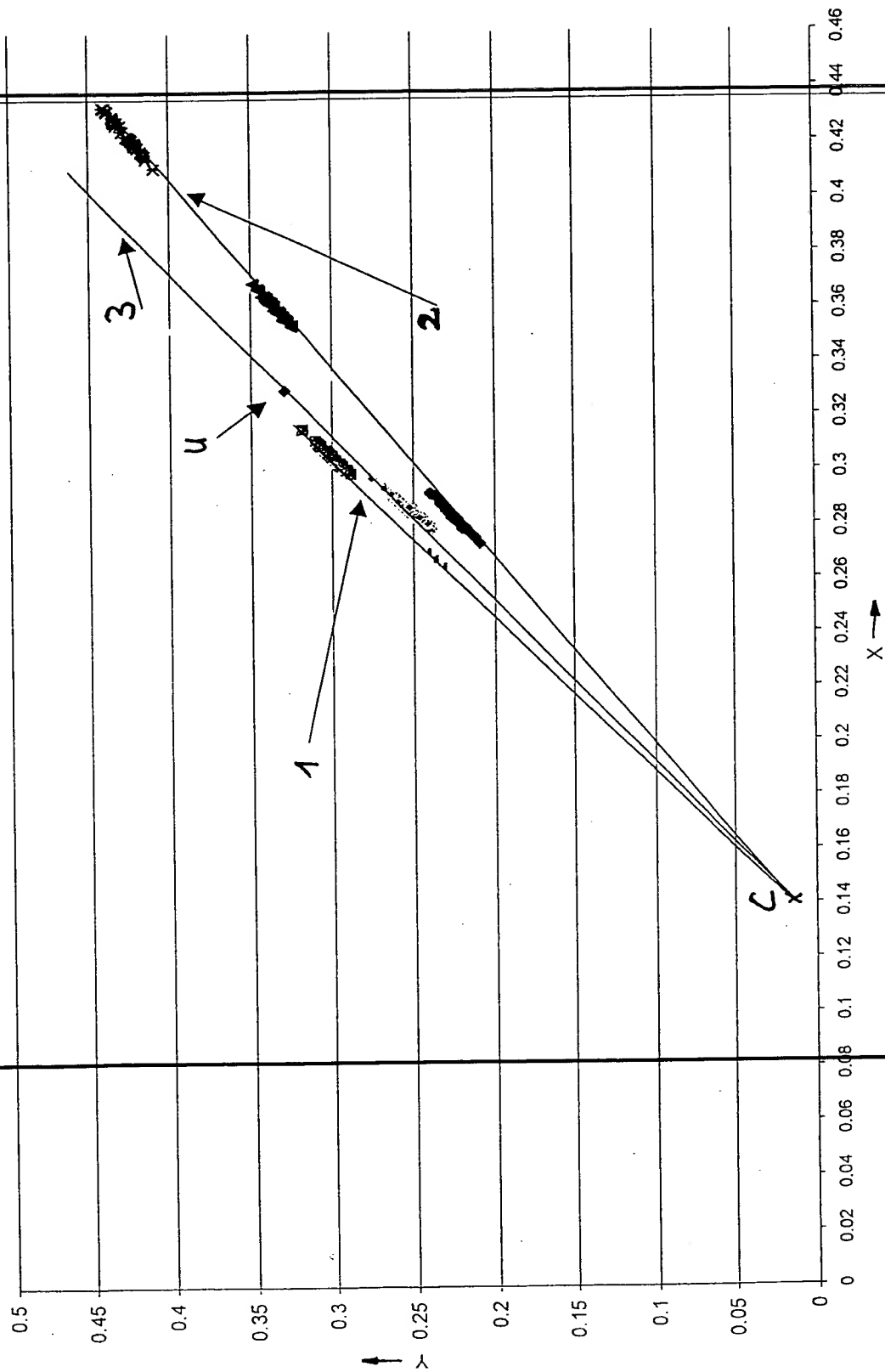
Die Erfindung schlägt eine Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur $A_3B_5O_{12}$ vor, wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, GD, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, und mehrere der Leuchtstoffe gemischt werden. Weiter werden eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung vorgeschlagen.

10

15

Figur 1

Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)